

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1904

THÈSE

N°

62

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Jeudi 24 Novembre 1904, à 1 heure

PAR

E. LAPLAIGNE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE L'HYGIÈNE ET DE L'AÉRATION
DANS LES HABITATIONS

Président : M. BROUARDEL, professeur

*Juges : { MM. JOFFROY, professeur
DUPRÉ et GUIART, agrégés.*

Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
HENRI JOUVE

15, rue Racine, 15

1904

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen		M. DEBOVE.
Professeurs		MM.
Anatomie.....		P. POIRIER
Physiologie.....		CH. RICHET.
Physique médicale.....		GARIEL.
Chimie organique et Chimie minérale.....		GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.....		BLANCHARD
Pathologie et thérapeutique générales.....		BOUCHARD
Pathologie médicale.....	{	HUTINEL.
		BRISSAUD.
Pathologie chirurgicale.....		LANNELONGUE
Anatomie pathologique.....		CORNIL.
Histologie.....		MATHIAS DUVAL
Opérations et appareils.....		RECLUS.
Pharmacologie et matière médicale.....		POUCHET.
Thérapeutique.....		GILBERT.
Hygiène.....		CHANTEMESSE
Médecine légale.....		BROUARDEL
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....		DEJERINE.
Pathologie expérimentale et comparée.....		ROGER.
Clinique médicale.....	{	HAYEM.
		DIEULAFOY.
		DEBOVE.
		LANDOUZY.
		GRANCHER.
Maladies des enfants.....		JOFFROY.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....		GAUCHER.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....		RAYMOND
Clinique des maladies du système nerveux.....		LE DENTU.
Clinique chirurgicale.....	{	TILLAUX.
		TERRIER.
		BERGER.
Clinique ophtalmologique.....		DR LAPERSONNF.
Clinique des maladies des voies urinaires.....		GUYON.
Clinique d'accouchements.....	{	BUDIN.
		PINARD.
Clinique gynécologique.....		POZZI.
Clinique chirurgicale infantile.....		KIRMISSON.

Agrégés en exercice.

MM.			
AUVRAY	DESGREZ	LAUNOIS	POTOCKI
BALTHAZARD	DUPRE	LEGRY	PROUST
BRANCA	DUVAL	LEGUEU	RENON
BEZANÇON	FAURE	LEPAGE	RICHAUD
BRINDEAU	GOSSET	MACAIGNE	RIEFFEL (chef
BROCA (ANDRÉ)	GOUGET	MAILLARD	destravaux anat)
CARNOT	GUIART	MARION	TEISSIER
CLAUDE	JEANSELME	MAUCLAIRE	THIROLOIX
CUNEO	LABBE	MERY	VAQUEZ
DEMELIN	LANGLOIS	MORESTIN	WALLICH

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR BROUARDEL

Professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine
de Paris

Président du Comité Consultatif d'Hygiène de France

Membre de l'Institut

Grand officier de la Légion d'honneur



Digitized by the Internet Archive
in 2026

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE



De l'Hygiène et de l'Aération dans les Habitations

INTRODUCTION

Sans prétendre faire ici l'historique complet du sujet que nous nous proposons d'aborder, il convient de noter dès à présent un point capital. Avant même qu'il existât une science médicale, une des premières nécessités qui se soient imposées à l'homme, fut celle de se porter vers des lieux où l'air qu'il respirait entrât librement dans ses poumons, sans apporter aucune gêne à ses facultés olfactives et sans gêner en rien le fonctionnement normal des bronches. Par besoin, l'homme rechercha un air de température moyenne et dépourvu de toute odeur désagréable.

Les premiers médecins qui, par déduction, cherchèrent à remonter des effets aux causes, retinrent unanimement les difficultés qu'éprouve la respiration dans un air non renouvelé, trop sec ou trop humide,

trop chaud ou trop froid. Avec le temps, à mesure des progrès de la science, les médecins parvinrent à déterminer les causes de la viciation de l'air respirable et recherchèrent les moyens d'y remédier. C'est ainsi que, peu à peu se fixa la théorie des miasmes pernicioeux et que s'imposa la nécessité de renouveler et de purifier l'air destiné à la respiration. Cependant, malgré l'accumulation des faits et des observations, la question demeura stationnaire jusqu'en ces dernières années. Les efforts pour la résoudre redoublèrent dès l'instant où le besoin de chasser le mauvais air se doubla de la connaissance du danger que présente l'aspiration des bactéries nocives ; l'analyse et l'examen microscopique de celles-ci permirent de voir nettement la nature de ce que l'on respire et l'obligation de fuir ce danger, imparfaitement connu jusqu'alors, devint rigoureuse. La bactériologie était fondée et se substitua à la théorie très incertaine de la propagation des miasmes.

Depuis cette époque, la technique du renouvellement de l'air fit de rapides progrès ; elle semble aujourd'hui être arrivée à la veille de son développement définitif. De toutes parts, on tend au même but qui est la saine aération des lieux habités, dans des conditions réunissant toutes les prescriptions de l'hygiène. Médecins, architectes, constructeurs, s'y emploient avec une égale ardeur et une non moindre compétence, et tout permet d'espérer que les résultats cherchés seront promptement atteints.

Evidemment il reste encore beaucoup de faits à établir et de perfectionnements à trouver. Nous n'avons pas la prétention de franchir ici le pas déci-

sif ni d'apporter la pleine lumière de la science dans le champ des recherches entreprises ; mais il nous a semblé qu'au moment où tout fait pressentir une solution imminente de la question, il ne serait pas sans intérêt de résumer brièvement les principaux travaux réalisés sur cet important sujet, non seulement au point de vue de l'hygiène, mais encore au point de vue thérapeutique, et de bien mettre en évidence certains points insuffisamment approfondis ; heureux si ce modeste travail pouvait aider dans leurs recherches les médecins et les hygiénistes qui se sont consacrés à cette branche importante de l'étude de la prophylaxie, et surtout si notre raisonnement et nos conclusions pouvaient permettre à l'un d'eux d'entrevoir la solution définitive qui doit clore le débat.

I

Ce qui intéresse avant tout l'hygiéniste, dit Frichard, c'est de savoir comment un moyen technique de purification de l'air se comporte à l'égard des poussières et des germes qu'il recèle. C'est là un grand point : les éléments gazeux, mélangés habituellement à l'air de nos habitations, sont simplement gênants, tandis que les germes transmettent les maladies. En un mot, l'air vicié n'agit pas généralement comme toxique, mais comme élément infectieux : il nous faut donc examiner jusqu'à quel point la ventilation est susceptible de débarrasser l'air de ces germes.

Dans la ventilation insensible, la seule possible pendant que les locaux sont occupés, la vitesse de l'air à une faible distance de l'orifice respiratoire est de 0 m. 50 à 1 mètre, tandis que dans le reste de la pièce elle est de 1/100 de mètre à peine, et souvent moindre. Pour obtenir une certaine diminution dans le nombre des germes, Stern a dû renouveler l'air jusqu'à sept fois par heure, à la pression normale. Par contre, en ouvrant les orifices ventilateurs et en faisant passer un courant d'air énergique, il a vu tomber le nombre des germes de 620 à 6, en deux minutes. De même que l'eau n'entraîne les matières lourdes des égouts que si on procède par chasses, de

même l'air ne débarrasse l'atmosphère des matières en suspension que si on procède par de véritables chasses d'air.

Mais le meilleur système d'aération ne débarrasse l'air des matières infectieuses que pour quelques moments ; si l'on veut que l'habitation soit saine à cet égard, le torchon humide promené sur le parquet enlèvera plus de poussières et de germes que des milliers de mètres cubes d'air. La propreté est donc ici le principal élément, et la ventilation n'en est que l'auxiliaire. Si nous passons ensuite aux produits gazeux, là encore nous trouvons que le rôle de la ventilation peut être presque toujours atténué par une scrupuleuse propreté. En effet, l'expérience a démontré que dans les écoles et les asiles où l'on baigne les enfants, dans les casernes où les hommes prennent chaque semaine un bain par aspersion, où les vêtements et les couvertures sont souvent battus, il suffit d'une ventilation peu active pour obtenir une atmosphère exempte d'odeurs, alors que dans tous les autres cas la ventilation la plus coûteuse n'arrive pas à donner un air pur.

Il y a donc, à l'heure actuelle, trois moyens principaux pour maintenir l'air à l'état de pureté. Ces moyens sont : la propreté qui débarrasse l'homme et le local des poussières lourdes et des germes ; la ventilation qui enlève les poussières légères et les germes flottants, et la désinfection qui tue les micro-organismes.

On comprendra, après ce qui vient d'être dit, qu'il ne puisse être question de fixer le cube d'air renouvelé nécessaire à chaque individu. Il est admis que

dès le moment où l'air commence à prendre de l'odeur, il doit être changé dans un intérieur ; mais alors ce n'est pas la ventilation qui doit être augmentée, mais bien le lavage du local et de ses habitants, auquel on joindra les procédés ordinaires de désinfection de l'air. La ventilation est d'ailleurs une chose essentiellement variable ; on ne peut la mettre en œuvre que suivant les cas et dans les conditions particulières à chacun. Stern a prouvé par des expériences précises qu'en renouvelant l'air jusqu'à trois ou quatre fois par heure dans une pièce cubant 85 mètres, il y avait, à la fin de l'heure, autant de germes que si on n'avait pas aéré. MM. Geneste et Hersches ont fixé la quantité nécessaire d'air respirable, dans un local, à dix mètres cubes par habitant. C'est à un chiffre approchant de celui-ci qu'il faudra se maintenir. Quant aux limites où commence l'impureté de l'air, c'est d'abord à l'odorat qu'il convient de demander la première indication, puis au thermomètre et à l'hygromètre.

Les données qui précèdent ont été vérifiées par le Dr J. Marengo dans le laboratoire et sous la direction de M. Roux, de Lyon ; les résultats de ses investigations ont été consignés dans la thèse qu'il soutint, sur *Le Rôle et l'importance de la sédimentation des germes atmosphériques* (1). Pour faire les dosages bactériologiques, de l'air, le Dr J. Marengo se servit d'appareils plus simples et moins fragiles que les analyseurs de Strauss, de Kürtz et de Visenez, mais établis sur les mêmes principes. Les poussières

1. Dr J. Marengo, Lyon, 1885.

étaient relevées sur le parquet, sur les meubles et sur les murs, à l'aide d'une tige de verre terminée par un tampon d'amiante stérilisée, plongée dans l'eau distillée. On balayait ainsi une surface de 10 à 20 centimètres carrés, puis le pinceau était lavé dans un volume fixe d'eau du tube à réactif, dont le tampon traversait le bouchon. Un certain nombre de germes devaient être retenus, comme dans un filtre, par le tampon d'amiante.

Les expériences faites sont très nombreuses et très variées. Elles ont été pratiquées dans des conditions d'exactitude et de rigueur scientifiques qui paraissent irréprochables, et l'auteur pense qu'elles étaient suffisamment comparables. Voici quelques-uns parmi les résultats obtenus :

Dans une chambre cubant trente mètres et percée de trois ouvertures presque toujours ouvertes, les germes recueillis dans un volume d'air qu'on ne désigne pas, mais qu'on évalue à dix litres, donnaient un chiffre de 1800 bactéries et 800 moisissures. Immédiatement après la prise d'air on ferma hermétiquement les portes et les fenêtres. Le lendemain, c'est-à-dire vingt-quatre heures après, les chiffres étaient tombés à 200 bacilles et 0 moisissures.

Dans un local habité et fréquenté, le minimum des germes de l'air se rencontre toujours au milieu de la nuit. Cet abaissement est dû, non seulement à cette circonstance que pendant la nuit les portes et les fenêtres sont fermées, mais aussi à ce que les poussières ne sont pas remuées par le balayage ni par le déplacement des meubles, des tentures ou des personnes. Le mouvement des voitures et des chevaux

dans la rue, le va-et-vient des passants, la trépidation des murs et des planchers contribuent aussi à faire pénétrer pendant le jour, par tous les interstices, des poussières qui retombent avec le calme de la nuit.

Leur propre poids les fait descendre sur les surfaces comme un précipité au fond et le long des parois d'un vase à réactif ; elles y adhèrent comme les grains de folle-avoine sur les étagères d'un blutoir. Des expériences comparatives, faites dans les mêmes locaux le jour et la nuit, ont permis d'établir les moyennes suivantes :

Bactéries	Pendant le jour	Pendant la nuit
	23,0,33	200
Moisissures	1,0,66	40
	24,0,99	240

Cette sédimentation naturelle et spontanée des poussières peut être avantageusement complétée par la sédimentation artificielle, au moyen de spray, de pulvérisations d'eau simple ou de liquides antiseptiques.

M. Marengo dégageait, dans des locaux variant de 25 à 90 mètres cubes, un spray abondant ; il dépassait 5 litres dans une étable de génisses vaccinières cubant 90 mètres. Les murs étaient ruisselants ; l'air contenait en suspension :

	Avant le spray	Après
Bactéries	11,750	4,385
Moisissures	1,268	2,608

Une ou deux heures après la pulvérisation d'eau qui abattait les poussières, le nombre des moisissures augmentait dans de notables proportions, sans doute parce que l'humidité de l'air favorisait leur pullula-

tion. Elles ne sont d'ailleurs pas pathogènes. Dans l'un des cas examinés, l'air de la chambre ouverte contenait 13,400 bactéries et 3,800 moisissures avant le spray, et le lendemain il en contenait 0. Il faut dire que la chambre était restée fermée pendant plusieurs jours ; mais l'enlèvement de la literie, avant la prise d'air, dans une pièce étroite où les opérateurs avaient peine à se mouvoir, avait déplacé et fait flotter une grande quantité de poussières. Le lendemain, toutes celles-ci s'étaient déposées par sédimentation hâtée et facilitée par la précipitation des corpuscules d'eau pulvérisée.

Si donc la sédimentation naturelle laisse tomber sur les surfaces, dans les conditions ordinaires de la pratique, les deux tiers des germes flottant dans l'air d'une chambre inhabitée et fermée, la sédimentation artificielle complète cette action et ne laisse plus dans l'air qu'un tiers des germes primitivement suspendus dans l'atmosphère du local.

Quand la pulvérisation est faite, non plus avec de l'eau simple, mais avec une solution de sublimé de 2 pour 1000, les trois quarts des germes ainsi précipités sont détruits par l'agent parasiticide. M. Marengo a eu soin cependant de neutraliser le sublimé adhérent aux bactéries avant de les ensemençer dans un liquide de culture, soit avec du sulphydrate d'ammoniaque, suivant un procédé de Geppert, soit simplement avec de l'eau ammoniacale. Dans les poussières recueillies sur les parois d'une chambre, après la sédimentation spontanée, on trouvait 210 colonies cultivables dans X gouttes de l'eau de lavage du tampon ; on n'en trouvait plus que 58 dans les poussière-

res recueillies une heure et demie ou deux heures après un spray avec la solution de sublimé à 2 p. 1000. La moyenne est donc bien 210 et 58, mais on trouve aussi des proportions différentes, telles que 1350 et 136, 850 et 25.

II

L'air dans les habitations.

L'air des habitations se distingue de l'air du dehors par sa composition chimique. La proportion d'oxygène y est un peu diminuée, la quantité de l'acide carbonique, des vapeurs, des hydrocarbures et des autres produits gazeux y est au contraire plus élevée. La présence de ces produits gazeux se trahit par l'odeur. C'est surtout aux matières organiques qu'il faut attribuer l'infection de l'air dans les habitations mal aérées ; il est en effet prouvé que la diminution de l'oxygène et l'augmentation du CO_2 et de la vapeur, arrivent rarement assez loin pour entraîner des effets destructeurs pour l'organisme.

L'air d'un local doit donc être jugé d'après la proportion des produits gazeux qu'il contient. Cependant, Pettenkofer demande qu'on prenne le CO_2 avant les autres produits, pour mesure de l'infection de l'air. Sa proportion peut être facilement définie. Tandis que la proportion de la vapeur subit des changements par la présence des matières hygroscopiques, la proportion du CO_2 n'est influencée, dans les locaux fermés, ni par l'espace, ni par l'absorption. C'est pour cela que Pettenkofer l'a choisi comme base de ses expériences pour obtenir la définition de l'air pur.

Si Pettenkofer, tout en admettant que dans les fonctions de la vie animale le mélange dans l'air des produits gazeux nuisibles diminue ou augmente suivant le nombre des habitants ; si malgré cela il a proposé le CO^2 pour base de la définition de l'air vicié, c'est qu'il manquait alors de points de repère. Depuis on a essayé de définir d'une façon plus claire la présence et la quantité des produits organiques dans l'air : on a employé la même méthode dont on se sert pour démontrer la présence des matières organiques dans l'eau. On s'était servi aussi du procédé d'oxydation.

A. Smith, Bakring, Uffelman, Serafini, Wallon, E. Richard, Brown-Séguard, d'Arsonval, Gréhan, se sont surtout occupés du dosage des matières impures contenues dans l'air ; les uns préfèrent la méthode d'oxydation, les autres la méthode qui repose sur le dosage de CO^2 dans l'air impur.

De même que pour les matières organiques contenues dans l'eau, les composés organiques gazeux de l'air présentent un mélange de différents corps chimiques, qui varie suivant les composés que forment ces corps. Non seulement ils offrent une importante différence au point de vue chimique, mais ils exigent pour leur réduction des quantités variables de permanganate de calcium. En outre, par suite de la proportion d'oxygène absorbée par leur oxydation, ils ne donnent pas une expression précise de leur degré de nocivité. Comme pendant l'essai d'oxydation on réagit sur les corps organiques aussi bien que sur les inorganiques, il est impossible d'enregistrer autre chose que la quantité d'oxygène absorbée par les corps oxydables de l'air ; mais cette méthode ne pré-

cise pas la proportion des différentes matières impures de l'air, car les unes usent plus ou moins d'oxygène que les autres, suivant leurs affinités, leur poids et leur quantité. C'est là le désavantage fondamental de cette méthode, désavantage qui subsiste même lorsqu'on se sert du spectroscope pour les opérations finales.

M. Uffelmann, après avoir cité des essais comparatifs faits par lui, déclare qu'il serait plus logique de prendre comme indication des impuretés de l'air la quantité des matières oxydables qu'il contient, et par suite la proportion d'oxygène employée pour leur oxydation (1). Cette méthode, comme d'autres plus récentes, n'est pas plus avantageuse que l'ancienne qui consiste dans la définition de la quantité de CO^2 .

Les expériences les plus importantes à cet égard ont été faites par Brown-Séguard et d'Arsonval (2) ; les expérimentateurs ont obtenu l'empoisonnement chez des animaux, par l'introduction dans leur organisme de la vapeur condensée provenant de la respiration de l'homme. Ces expériences, qui semblent démontrer d'une façon irrécusable la nocivité de l'air expiré, ont été confirmées par les observations décisives de Rob. Wurtz (3) qui trouva dans ce même air la présence des leucomaines.

Brown-Séguard et d'Arsonval ont encore appuyé leurs conclusions par des recherches d'un autre ordre.

1. Uffelmann. *Archiv. fur Hygiene*. Vol. VIII, 1888.

2. Comptes-rendus et Mémoires de la Société de Biologie, 1888.

3. Comptes-rendus et mémoires de la Société de Biologie. 1888.

Ils ont placé les animaux servant à l'expérience dans un rang de cages hermétiquement fermées et communiquant entre elles par des tuyaux. La ventilation était produite à l'aide d'un aspirateur, de façon que seuls les animaux enfermés dans la première cage recevaient l'air pur, tandis que les autres ne recevaient que l'air émané de cette cage. Dans l'espace de huit jours les animaux périrent en commençant par ceux de la dernière cage, et ensuite ceux des cages précédentes. Ces expériences ont été ensuite confirmées par S. Merkel et par J. Ben.

Pettenkofer s'exprime ainsi au sujet de la nocivité de l'air vicié : « Je ne crois pas que l'air vicié des habitations provoque directement des maladies, ni qu'il produise des maladies spécifiques comme en produit le poison ; par conséquent je ne crois pas que l'air vicié soit un toxique. J'affirme seulement ceci, que tout le monde admet et qui ne peut être contesté par aucune observation contraire : c'est que l'air vicié des habitations diminue la force de résistance chez l'homme et prépare, par la suite, le terrain pour les maladies.

Il est certain que l'homme élimine par la peau et par la respiration des matières gazeuses organiques qui peuvent bien être des alcaloïdes volatils ; mais il est difficile, malgré les nombreuses recherches faites dans ce but, de se prononcer sur leur nature et sur leur degré de toxicité. Un fait pourtant résulte clairement de ces expériences ; c'est qu'elles ont développé et éclairci les idées *sur la nécessité et les conditions de l'aérage de l'atmosphère dans les locaux habités.*

III

Dégagement du CO² dans les corps, sous l'influence de la chaleur.

La question de l'influence que le changement de température provoque sur l'échange des matières et sur le dégagement du CO² chez l'homme à l'état de repos, a été l'objet, de la part des physiologues, d'études très approfondies, couronnées par les résultats suivants :

L'augmentation de la température de l'air est suivie, chez l'homme, de la diminution de la production de chaleur animale et de la diminution des matières respiratoires ; l'abaissement de cette température est, au contraire, accompagnée de l'augmentation de la production de chaleur animale et d'une plus grande perte des produits respiratoires. C. V. Voit a soumis l'homme à l'état de repos, à des expériences qui duraient plusieurs heures. Les résultats de ses recherches diffèrent de ceux obtenus par d'autres savants, sur ce point seulement : à savoir que, pour lui, le dégagement du CO² diminue en raison de l'augmentation de la température de l'air jusqu'à une certaine limite seulement ; et que cette limite dépassée, le dégagement du CO² augmente.

Voici les chiffres constatant cette diminution et cette augmentation :

Laplaigne

Température de l'air 4.4 Dégagement du CO² 35.1 gr.

»	6.5	»	34.3	»
»	9.0	»	32.0	»
»	14.3	»	25.9	»
»	16.2	»	26.4	»
»	23.7	»	27.5	»
»	24.2	»	27.8	»
»	26.7	»	26.7	»
»	30.0	»	28.4	»

On peut donc résumer ainsi les résultats des recherches du Dr Wolpert (1) :

La température dans un atelier peut varier entre 5 et 25° (la moyenne est de 16°) et cette température ne produira aucune augmentation dans le dégagement du CO², même si le travail physique de l'homme arrive à 15.000 en R⁹ à l'heure.

L'idée géniale de Pettenkofer de juger la pureté de l'air suivant la proportion du CO², aussi bien en théorie qu'en pratique, a trouvé des adversaires. On a fait d'abord valoir contre cette méthode qu'elle est trop exclusive. La proportion du CO² dans l'air, qui devrait préciser la dernière limite admissible pour juger un air impur a été admise seulement sur la foi de quelques observations purement subjectives, suivant les influences que le CO² produisait sur Pettenkofer et sur ses collaborateurs; mais cette quantité de CO² n'a pas été précisée, comme elle aurait dû l'être, de façon à

1. Dr Wolpert. *Ueber den Einfluss der Lufttemperatur auf die ausgeschiedenen Mengen Kohlensäure und Wasserdampf beim Menschen.* Archiv. für Hygiene, 1896.

établir la loi de la nocivité de l'air. Il nous manque la certitude que le dégagement du CO_2 suit pas à pas chez l'homme le dégagement des matières organiques odorantes et nauséabondes. Ceci n'a pas été prouvé.

Nous ne pouvons pas adhérer aux suppositions des uns et des autres ; nous admettons que la base désignée par Pettenkofer pour la pureté de l'air et pour le contrôle de la ventilation, manque de précision et d'exactitude ; mais nous sommes hors d'état de pouvoir rejeter un procédé qui a rendu jusqu'à présent des services appréciables, n'en ayant aucun autre à adopter à sa place et qu'on puisse considérer comme meilleur. Force nous est donc d'admettre comme point de départ *la dernière limite de la quantité de CO_2* , tout en ne nous prononçant pas sur son exactitude.

Donc, pour doser la ventilation, Pettenkofer propose le principe de la proportion du CO_2 contenu dans l'air. Ce procédé rend de réels services, non seulement dans l'appréciation de la pureté de l'air, mais il permet encore de calculer avec précision le besoin de ventilation et de désigner la quantité d'air déplacé par les différents appareils de ventilation. Si l'on considère la grande importance que peut avoir la température de l'air des locaux pour la santé, on peut se demander s'il n'est pas juste de calculer les exigences de la ventilation d'après la chaleur du local, la chaleur dégagée par l'homme et par l'éclairage. Avec ces observations on peut en même temps saisir et préciser la température (1).

1. Ritschel. *Deutsche Vierteljahrsschrift für Gesundheitspflege*. Vol. 22, 1890.

Ainsi, tandis que la quantité d'air (γ) à fournir par tête et par heure, calculée d'après le CO^2 , résulte de la formule suivante :

$$\gamma = \frac{K}{p - g}$$

le besoin d'aération, par rapport aux conditions de la température, sera calculé suivant la formule :

$$\gamma = \frac{W (1 + \alpha t)}{0,306 (t + t_0)}$$

Dans la première formule K représente la quantité de CO^2 produit dans le local pendant une heure ; (p) la dernière limite pour la quantité (proportion) de CO_2 dans cet air ; (g) la richesse de l'air frais qui arrive en CO^2 .

Dans la deuxième formule W est la quantité de chaleur rendue à l'air par heure ; (t) la limite de la température de l'air dans le local ; (t_0) la température de l'air frais qui arrive ; (α) le coefficient de la température de l'air ; 0,306 la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'un mètre cube d'air de 0° à 1° .

De ces deux formules il convient de ne prendre que la moyenne du résultat ; le dégagement de CO^2 , aussi bien que la dépense de chaleur, sont, en effet, non seulement différents pour chaque individu, mais encore ils varient suivant les conditions physiologiques, suivant les conditions extérieures et suivant le travail que ces individus fournissent.

Cela n'empêche pas que les valeurs établies d'après le CO^2 sont celles auxquelles on doit accorder le plus de confiance. Elles ont été établies strictement, d'après des recherches expérimentales, tandis que les

données que nous possédons sur la perte de la chaleur par la peau et par les poumons, ne reposent que sur des appréciations.

Celles-ci se rapportent surtout au rayonnement de la chaleur animale. Rietschel l'évalue arbitrairement à 40 o/o et retranche cette quantité de la chaleur générale. Mais pourquoi diminuer cette chaleur générale de 40 o/o, puisque cette dernière somme ne se perd pas, mais se distribue aux objets environnants (parvis, parquets, couvertures, etc.) ? Cette erreur mathématique s'augmente encore si on ajoute à la chaleur produite par W personnes et à la chaleur produite par W^2 éclairage, la différence de température produite suivant la saison et la nature des objets environnants, qui tendent tantôt à l'augmentation, tantôt à la diminution de la chaleur $\pm W^3$.

Pendant que, suivant Pettenkofer, on calcule le besoin de ventilation, par heure, pour un adulte à l'état de repos (en admettant la valeur 0.0226 millimètres cubes CO_2 pour k ; 1,0 o/o pour p ; et 0,4 o/00 pour g) sans considération des conditions extérieures, à 38 mètres cubes, le changement d'air nécessaire, d'après Rietschel (en prenant 19° pour température du local) serait suivant la température de l'air arrivant :

Pour to »	0° —	18 mètres cubes	
»	5° —	25	»
»	10° —	39	»
»	15° —	87	»
»	16° —	117	»
»	17° —	175	»
»	18° —	350	»
»	19° —	—	»

Nous voyons donc que la quantité d'air frais nécessaire à l'aération diminue au fur et à mesure que diminue la température de cet air ; nous voyons aussi le rôle que joue la température de l'air arrivant dans la ventilation. Reitschel fixe de 15° à 17° la température la plus basse.

IV

La question de l'aérage et son but.

Dans les locaux fermés et habités, les diverses pratiques des habitants : chauffage, éclairage, etc., remplissaient l'air de gaz, de poussière et de micro-organismes. L'aération est le seul moyen de chasser ces impuretés, mais on ne peut pourtant pas lui demander tout. Elle se borne à faire disparaître les gaz nuisibles émanés des poumons et de la peau, dont on ne connaît pas encore d'autre moyen de se débarrasser, et son effet n'est vraiment salulaire que si on a pris auparavant la précaution de détruire, par des mesures de propreté, toutes les sources d'impuretés. Sans cette dernière condition les meilleurs moyens de ventilation resteront inefficaces. L'une et l'autre doivent marcher de pair. L'utilité de l'aérage avait jusqu'ici des partisans convaincus et des adversaires résolus ; mais les idées sur les sources de l'infection se sont modifiées depuis, les recherches bactériologiques ont fini par déterminer les règles hygiéniques et les moyens prophylactiques. Les nécessités de la ventilation n'ont guère changé cependant, bien que l'on sache que les sources de la contagion ne résident pas seulement dans un principe gazeux.

On pourrait croire que les idées émises par Petten-

kofer et les limites auxquelles il circonscrit l'utilité de l'aérage, ne sont plus en rapport avec les exigences de la bactériologie, à qui revient aujourd'hui toute autorité dans le domaine de la médecine; cependant, ces idées ne sont point en contradiction avec les conclusions des travaux et des recherches de A. Wernich, B. Stern, de Ruyter et Buchholz établissant une méthode rationnelle de propreté par l'étude des microparasites. Wolffhügel dit : « On doit combattre les microparasites dans les locaux habités, non pas par la ventilation mais par la propreté » (1). Il tient pour une « tentative naïve » — ce sont ses expressions — d'essayer d'enlever par la ventilation les micro-organismes dans les salles d'hôpitaux et en général dans tous les autres locaux.

« Ce n'est pas, dit Wolffhügel, parce que nous trouvons dans les annales médicales des preuves que la ventilation suffit dans certains cas, tels que fièvre typhoïde et rechute de fièvre, à enrayer la propagation de l'infection, que nous devons la préconiser comme moyen unique de désinfection, puisque nous possédons aujourd'hui des désinfectants plus simples, mais beaucoup plus puissants ».

Il ne faut pas conclure de là que la ventilation et ses perfectionnements doivent être négligés. Au contraire, il importe d'exiger en toutes circonstances l'aération, car le maintien de l'air pur et frais dans les locaux habités est la condition essentielle de la vie humaine. Chez les malades, l'aération est encore plus

1. G. Wolffhügel. *Ueber die Prüfung von Ventilativus, Apparaten München, 1876.*

indispensable puisque l'homme à l'état morbide a besoin d'air pur bien plus qu'à l'état normal.

Les études sur les germes résidant dans l'atmosphère des locaux habités démontrent, qu'à part la propreté, la première condition de leur destruction c'est d'éviter la circulation des poussières. Il s'agit de déterminer de quelle façon on doit aérer pour empêcher cette circulation. En premier lieu, il convient d'éviter les courants d'air, les poussées trop vives et les tourbillons qui détachent les poussières des parquets, des murs et des objets.

Les médecins, qui prétendent que le meilleur mode de ventilation consiste dans l'ouverture des portes et des fenêtres, ont été désillusionnés par les résultats contraires obtenus d'après des systèmes mal conçus. Ainsi, dans un hôpital où il existe un système centralisé de ventilation, si l'on s'obstine à donner la préférence à l'aération par les portes et fenêtres, on obtient un double courant d'air. Celui produit par les canaux d'aspiration et de respiration, et celui produit par les ouvertures se contrarient et provoquent des poussées violentes et malsaines, en agitant toutes les poussières ; en outre, on obtient ainsi le renversement du courant d'air, c'est-à-dire que le canal de respiration devient en quelque sorte le canal d'aspiration ramenant ainsi l'air vicié venu des autres salles contiguës dans le canal central, au lieu de l'absorber. Un pareil procédé est en contradiction avec cette règle élémentaire de l'aérage : à savoir que les locaux, par rapport à la ventilation, doivent être autant que possible isolés les uns des autres.

D'ailleurs, ne serait-ce que par égard pour les mala-

des, on doit exiger que le changement d'air se fasse régulièrement et non pas tout d'un coup et par chocs. La ventilation ne doit provoquer aucun dérangement ni aucun malaise chez les personnes en traitement. L'homme peut supporter des courants d'air, il est vrai, lorsqu'il y est habitué, mais il ne peut les supporter impunément qu'à l'état normal et il n'est pas permis, sous peine de graves conséquences, d'exposer un malade aux effets d'un refroidissement rapide d'une partie ou de la totalité du corps.

V

Les voies naturelles et les voies artificielles de l'aération.

Dès à présent se pose le problème de savoir si le maintien de l'air à l'état de pureté dans les habitations doit se faire de lui-même, sans notre secours et par les voies naturelles d'aération, ou si on doit l'effectuer par les voies artificielles, c'est-à-dire par les canaux venant du dehors. Faut-il recourir à l'entremise de ses auxiliaires tels que le vent, la différence de température, la diffusion, ou bien l'aération a-t-elle besoin de stimulants comme la vapeur, l'eau, la pression d'air, l'électricité, etc. ?

Pour répondre à cette question, il faut tenir compte d'une part du degré de pureté demandé à l'air, du nombre et de la constitution des personnes habitant le local à aérer, de la grandeur et de la destination des lieux habités ; d'autre part, il importe de préciser la quantité d'air pur qui peut arriver dans ces lieux par les voies naturelles, ainsi que le nombre et le caractère de celles-ci.

Les voies naturelles sont plus nombreuses qu'elles ne semblent au premier abord. Les murs, les plafonds, les parquets facilitent par leur porosité le passage de l'air et de l'eau et constituent une partie de

l'aération naturelle. Leur action doit donc entrer en compte lorsqu'il s'agit des dispositions à prendre pour une aération artificielle. Les travaux de G. Recknagel (1) sur la théorie de l'aération naturelle nous offrent des conclusions très claires et très précises sur ce que nous pouvons en attendre.

L'air contenu dans les matériaux de construction a une grande importance pour la température du local, leur plus ou moins de porosité influe sur son humidité. La ventilation naturelle n'entraîne aucune dépense d'installation ; elle fournit l'air frais sans qu'on s'en aperçoive. Cet air, après avoir traversé les pores des parois arrive déjà réchauffé et se répand dans le local, dans les conditions les plus favorables. Mais ces avantages ont aussi leurs inconvénients. D'abord les voies naturelles ne donnent pas toujours une quantité d'air suffisante ; tout dépend de la pression atmosphérique, de l'humidité des murs et des conditions générales des locaux. Ensuite elles n'amènent pas seulement l'air pur du dehors, mais encore l'air plus douteux des habitations voisines ; enfin si l'on réfléchit à l'influence du terrain sur la qualité de l'air des habitations (hydrocarbures), l'efficacité des voies naturelles nous apparaît moins complète.

L'aération par ces voies est donc douteuse ; les hôpitaux doivent y renoncer les premiers, étant donné que leurs parquets sont imperméables et leurs murs enduits de peinture à l'huile. Ce mode de ventilation peut d'ailleurs être supprimé sans inconvénient, du moment que l'on pourvoit par un autre moyen à la distribution de l'air et de la chaleur.

1. *Zeitschrift für Biologie*, 1879, vol. XV.

L'influence exercée sur le mode de construction des maisons et édifices par les progrès et les découvertes réalisés dans le domaine de l'hygiène serait beaucoup plus efficace, si les architectes et les hygiénistes pouvaient échanger les résultats de leurs observations et le fruit de leurs expériences. Rarement l'hygiéniste a l'occasion de mettre son jugement au service du constructeur ; la plupart du temps celui-ci s'en tient aux publications techniques, où les questions d'hygiène sont souvent traitées d'une façon insuffisante. L'aérage des habitations souffre particulièrement de cet état de choses, bien que Pettenkofer ait étudié et résolu la question, il y a trente-cinq ans, dans son ouvrage sur l'aération des appartements.

En général, le meilleur système de ventilation est celui qui offre le plus de simplicité ; il est bon d'éviter les systèmes trop compliqués qui permettent à l'air de se promener à son aise dans toute la maison, mais qui reviennent trop cher. Cependant il faut se garder de tomber d'un extrême dans l'autre et de se contenter de quelques ouvertures pratiquées dans le mur et donnant au dehors. Cela sert bien, il est vrai, à chasser l'air vicié et à ramener l'air pur, mais ce n'est pas suffisant.

VI

Recherches comparatives sur la ventilation (1).

M. Gréhant a étudié les conditions du renouvellement de l'air contenu dans une chambre isolée, quand il a reçu un volume mesuré d'acide carbonique, en faisant varier les éléments d'accélération ou de ralentissement de la ventilation.

La chambre où avaient lieu les expériences est située au rez-de-chaussée du Laboratoire de Physiologie générale ; elle est construite en briques, d'une capacité de 54 mètres cubes environ. Comme elle renferme une distribution de gaz d'éclairage, il existe à la partie supérieure deux ouvertures d'un diamètre de 8 centimètres, par lequel le gaz pourrait s'échapper s'il venait à se produire une fuite. Cette chambre comporte en outre deux portes et deux fenêtres. Voici le résultat des expériences :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

Chaque ouverture était fermée par une feuille de papier collé, mais les fissures très étroites des portes et des fenêtres n'étaient point calfeutrées. Dans la chambre, sur une table, était fixé un petit moteur de Marcel Deprez muni de quatre ailettes à surface oblique ; ce moteur, mis en mouvement par un courant de six

1. M. M. Gréhant. Comptes-rendus de la Société de Biologie. 1894, p. 691.

éléments de Bunsen, servait d'agitateur ; il était très actif. Au bout d'une heure l'acide carbonique introduit dans la pièce formait avec l'air un mélange homogène.

Pour obtenir et mesurer l'acide carbonique, Gréhan emploie l'acide liquide contenu dans un récipient de fer à parois épaisses ; le gaz était mesuré dans le gazomètre du D^r Saint-Martin, qu'on remplissait chaque fois d'un volume égal à 100 litres ; puis l'acide carbonique était conduit par un long tuyau de caoutchouc et par un long tube métallique au centre de la chambre. On a injecté chaque fois 2 mètres cubes d'acide carbonique.

Si le gaz mélangé avec l'air arrivait en vase clos mais extensible, on aurait la proportion $\frac{2}{56} = \frac{X}{10.000}$; d'où $X = \frac{357}{10.000}$. En fait, Gréhan a trouvé, en dosant

le mélange par l'eau de baryte, $\frac{321}{10.000}$ d'acide carbo-

nique. Il y a donc eu un échappement de ce gaz pendant la première heure, c'est-à-dire pendant la période d'agitation et d'injection. M. Gréhaut a recueilli ensuite du gaz pris de demi-heure en demi-heure, et il a obtenu les nombres $\frac{315}{10.000}$; $\frac{231}{10.000}$;

$\frac{212}{10.000}$; $\frac{188}{10.000}$; $\frac{162}{10.000}$; puis $\frac{8}{10.000}$; mais ce dernier

nombre le lendemain seulement. La courbe qui représente ces résultats montre que, malgré l'occlusion des ouvertures supérieures, l'acide carbonique est diffusé dans l'air extérieur.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

On a fait enlever les feuilles de papier pour rendre libres les deux ouvertures supérieures, l'une communiquant avec l'air extérieur, l'autre avec un couloir intérieur. D'autre part, on a fait percer à la partie supérieure de la porte d'entrée une petite porte à coulisse qui est maintenue ouverte sur une longueur de 22 centimètres et une hauteur de 6 centimètres. La surface de cette ouverture est à peu près égale à une fois et demie la somme des surfaces des ouvertures circulaires supérieures. On injecte ainsi deux mètres cubes d'acide carbonique et on obtient d'abord le chiffre $\frac{328}{10.000}$; puis, de demi-heure en demi-heure $\frac{270}{10.000}$; $\frac{199}{10.000}$; $\frac{128}{10.000}$; une heure après ce chiffre se réduit à $\frac{68}{10.000}$; une demi-heure encore après à $\frac{53.5}{10.000}$. La courbe montre une diminution beaucoup plus rapide de la proportion d'acide carbonique, dont les trois ouvertures favorisent la sortie. M. Gréhan a encore reconnu un fait important : la flamme d'une bougie présentée aux ouvertures supérieures a montré un courant d'air pénétrant de l'extérieur à l'intérieur, tandis que la flamme était chassée au dehors par l'ouverture de la porte, ce qui indiquait le mouvement du gaz de l'intérieur à l'extérieur. M. Gréhan trouve l'explication du fait dans ce phénomène : le mélange d'air et d'acide carbonique, plus dense que

l'air pur, doit s'écouler par l'ouverture supérieure. Nous nous demandons cependant s'il ne faut pas chercher cette explication dans le renversement du courant, dont nous parlons plus haut, qui change ici l'ouverture aspirateur en ouverture de respiration ?

TROISIÈME EXPÉRIENCE

Les conditions sont les mêmes que pour l'expérience précédente ; seulement on ajoute le bec Bengel, d'abord allumé au minimum, puis réglé par une flamme moyenne de 6 centimètres de hauteur. Autour de ce bec était fixé un manchon cylindrique de verre, reposant sur un cercle métallique percé de trous et portant un couvercle métallique muni d'un tuyau par où les produits de la combustion sont conduits au dehors. Le bec de gaz, en brûlant, a produit une ventilation qui a fait baisser tout d'abord le chiffre de l'acide carbonique. Au bout d'une heure d'injection et d'agitation on a trouvé $\frac{242}{10.000}$; puis, successivement $\frac{227}{10.000}$; $\frac{130}{10.000}$; $\frac{95}{10.000}$; $\frac{83}{10.000}$. La courbe indique la chute rapide de l'acide carbonique. En même temps malgré l'appel du gaz, l'échappement du mélange intérieur s'effectuait par l'ouverture mécanique au bas de la porte, et l'entrée de l'air extérieur se produisait par les ouvertures supérieures. Il est donc inutile d'insister davantage sur les applications à l'hygiène qui résultent, dans la pratique, de l'emploi d'un procédé de ventilation aussi actif.

VII

Procédés et appareils de ventilation.

Il résulte de ce qui précède, que la ventilation par les voies naturelles étant rarement suffisante, on est obligé de recourir à des moyens auxiliaires.

Pour cela il faut créer dans les murs ou dans les allées des fenêtres, des prises d'air neuf. Sur la surface du local opposée à ces bouches d'introduction de l'air pur, on ménage des orifices d'où partent des gaines verticales débouchant dans un espace communiquant avec l'extérieur ou dans un collecteur unique. Les parois de ces gaines doivent être aussi lisses que possible, présenter le moins de coudes qu'on pourra, et ne jamais offrir de contrepentes. La vitesse de l'air dans ces gaines ne doit pas excéder 50 à 75 centimètres par seconde. La place des orifices de respiration peut varier suivant le mode de chauffage ordinairement employé. Là, où l'on chauffe par l'air chaud, au moyen de poêles, calorifères, etc., on ne peut pas placer ces orifices à la partie supérieure de la pièce, autrement l'air chaud gagnerait immédiatement ces orifices et s'échapperait sans avoir contribué au chauffage de la salle. Il faut donc, dans ce cas, placer les orifices d'extraction de l'air vicié près du plancher.

La ventilation s'effectue aussi par les appareils appelés mitres, qui coiffent généralement les tuyaux d'aération des maisons, des fosses d'égouts, etc. Ces mitres sont destinées à opérer une succion sur l'air des tuyaux et à en activer le tirage. La plupart du temps elles remplissent ce but très médiocrement, mais elles ont l'avantage de forcer le courant à observer toujours le même sens dans les tuyaux, et, par conséquent, d'empêcher le refoulement de l'air extérieur. On a donné les dispositions les plus diverses à ces appareils, qui se divisent en deux grandes classes : les capes fixes et les capes mobiles. Il y a aussi des appareils à capes tournantes, dans lesquels le vent fait mouvoir une hélice qui aspire l'air du conduit. Les expériences anémométriques ont prouvé que la force du vent est dépensée par le mouvement giratoire de l'appareil, et qu'un tuyau coiffé de ces capes débite 25 o/o moins d'air qu'un tuyau ouvert (1).

Une des meilleures capes à vent mobiles est l'aspirateur, dit ventilateur de Levallois ou de Rouen. Richard en donne la description suivante : « Cet appareil se compose ; 1° d'une mitre à la partie supérieure de laquelle est fixée, à l'aide de deux entretoises, la tringle destinée à recevoir la seconde partie de l'appareil ; 2° d'un T dont la barre supérieure conique est inclinée suivant une pente déterminée. L'extrémité de cette barre est en forme de pavillon, l'autre est terminée par une partie conique qui lui est superposée. L'extrémité de la tige de la mitre supporte la deuxième partie de l'appareil, qui pivote librement sur elle. A

1. E. Richard. *Précis d'Hygiène*, 1891.

une courte distance au-dessous de la barre supérieure du T se trouve une entretoise qui guide le mouvement giratoire et empêche le frottement contre la mitre ; en haut de la barre supérieure une crapaudine de verre assure un mouvement facile et sans grincement. Une clavette, traversant l'arbre vertical, s'oppose au soulèvement de la partie mobile par l'action du vent. De l'entrée du pavillon part une cloison oblique qui s'arrête dans le voisinage de l'arbre vertical : elle a pour but d'empêcher le refoulement de l'air dans la cheminée. Lorsque sous l'action du vent l'appareil est orienté à la faveur de ses ailes, le moindre courant qui s'établit dans le tube incliné accélère le courant ascensionnel ; un second courant vient ajouter son action à celui qui s'est établi déjà dans le tube incliné, au moyen du tronc du cône qui entoure l'orifice de sortie. Quant aux capes à vent fixes, les meilleures, d'après Richard, sont celles de Bayle, de Buchan, de Weaver, de Wolpert et de Brunling.

VENTILATEURS HYDRAULIQUES (I).

Ils sont de deux espèces : les uns basés sur le principe de la trompe à eau, les autres sur celui de la turbine. Les premiers sont encore désignés, à cause de leur forme, sous le nom de ventilateurs en U. Ils se composent d'un grand tube, recourbé à la façon de cette lettre, mais dont les branches ne sont pas nécessairement égales. Elles peuvent avoir des longueurs et des diamètres variables, suivant les besoins

1. E. Richard, *Précis d'hygiène*, 1891.

des bâtiments à desservir. Il est recommandé de ne pas les faire trop longues, pour ne pas augmenter inutilement le frottement.

Dans les deux branches, à une distance aussi grande que possible au-dessus du coude, on dispose une pomme d'arrosoir, semblable à celles qui servent pour les douches en pluie, et branchée sur la canalisation d'eau de la ville, qui doit être au moins de trois atmosphères. Les deux bouches sont destinées à fonctionner séparément. Lorsqu'un des robinets est ouvert, l'eau, dans sa chute, entraîne l'air avec elle, faisant trompe. En vertu de son poids, elle s'accumule à la partie la plus déclinée du coude et s'écoule vers l'égout par un tuyau siphonné appliqué au milieu du coude, et dont le calibre est calculé en prévision du débit le plus fort. Quant à l'air aspiré du dehors, il continue sa marche en suivant la seule voie qui lui reste libre, c'est-à-dire en remontant par la branche opposée et en s'échappant par l'orifice de la branche libre de l'U. Cet orifice, situé dans le local à ventiler, est muni d'un opercule qui se meut autour d'une charnière horizontale et qu'on peut lever ou baisser à volonté, au moyen d'un cordon glissant sur une poulie. L'opercule sert à rompre la colonne d'air et à la rendre insensible pour les habitants du local, en la dirigeant vers le plafond.

Si au lieu d'introduire de l'air neuf on veut extraire de l'air vicié, il suffit de renverser le courant en fermant le robinet de la branche d'aspiration et en ouvrant celui de la branche de respiration. Des ventilateurs en U sont construits par la Compagnie française de ventilation, 80, rue du Faubourg-Poissonnière et par

les frères Banner, ingénieurs consultants de Londres. La même compagnie de ventilation construit un appareil à eau, dit aérophone.

Ces procédés ne sont applicables que dans les grandes villes où l'on a l'eau par la canalisation. C'est d'ailleurs sur ce principe que sont basés un grand nombre de projets ayant figuré à l'Exposition d'hygiène de Berlin, en 1883. Un mince petit filet d'eau, provenant de la canalisation, frappe une palette qui met en mouvement une turbine. L'air du dehors se précipite ainsi dans la salle. C'est le principe de tous les aérophones, exhausseurs et de nombre d'autres appareils.

Reitschel et Henneberg ont installé à Berlin une ventilation complète, dont voici la description sommaire : l'air extérieur est appelé par une turbine qui actionne une machine à gaz OHO, de cinq à six chevaux. Avant de parvenir à la turbine il est filtré, c'est-à-dire lancé dans une caisse à compartiments multiples séparés par des couches d'ouate ou d'étoffe pelucheuse qu'on rechange tous les quatre ou cinq jours.

Après avoir passé par l'aspirateur, l'air filtré est projeté dans les chambres de refroidissement ou de chauffe, suivant la saison. Une table treillagée, adossée à la muraille, est destinée à recevoir chaque jour une cinquantaine de kilogrammes de glace, afin de donner une fraîcheur suffisante. Plus loin, l'air rencontre un profond rideau de fine pluie qui le lave et lui donne la proportion nécessaire de vapeur d'eau, et enfin, il pénètre dans la salle, grâce à un ou plusieurs aspirateurs mus par une machine électrique. Toute cette installation qui, par son principe, doit être close hermétiquement, ne comporte aucune prise d'air latérale, ni par les portes, ni par les fenêtres.

VIII

Ventilation dans les wagons.

Dans les wagons de chemin de fer il est difficile, à cause du petit cube disponible, de renouveler souvent l'air sans déterminer des courants gênants.

On peut faire l'aération par l'ouverture des fenêtres ou des petites impostes garnies de jalousies de bois, et masquées par une petite porte à glissière.

Pour insuffler ou extraire de l'air on se sert des tuyaux coudés, dont le pavillon est ouvert à l'avant (insufflation) ou vers l'arrière (inspiration). On se sert aussi des capes de Wolpert qui agissent quelque soit le sens du vent. Les gaines d'extraction débouchent au plafond du wagon ce qui est très bon pour l'été; mais en hiver, c'est une cause de refroidissement. Pour parer à cet inconvénient on fait déboucher les orifices d'aspiration au ras du plancher et l'air neuf s'introduit au contact des surfaces de chauffe. Malheureusement les conduits doivent être à section assez forte, ce qui les rend encombrantes. De toute façon il est bon de garnir les orifices d'introduction de filtres à air pour retenir les poussières. Celles-ci sont particulièrement abondantes quand l'air est puisé à la partie inférieure. Le filtre Muller, formé d'un cadre composé sur lequel s'applique une lame de flanelle, peut-être utilisé dans ce cas; mais le

mieux est d'utiliser le mouvement dont est animé le véhicule, pour activer l'insufflation et l'extraction de l'air.

En Amérique, on s'est préoccupé beaucoup plus qu'en Europe de la ventilation des wagons. Malgré le volume d'air beaucoup plus grand accordé à chaque voyageur américain, on s'efforce de perfectionner encore la ventilation des wagons par divers moyens. La Société de construction des wagons Masters Car builder's Association, a reconnu que pour obtenir une bonne ventilation, il faut que le volume d'air introduit dans une voiture de soixante voyageurs, contenant environ 70 mètres cubes d'air s'élève à 28 mètres par minute. Cet air doit être pur, ne jamais contenir de poussières en suspension, et être préalablement chauffé en hiver : tel est le programme adopté par la compagnie, sur l'avis du Bureau de santé de l'Etat de Massachusetts (1).

MM. Lavoine et Pontzen (2) font remarquer que pour introduire de l'air frais dans un wagon, comme dans tout autre espace, on peut agir soit par insufflation de cet air, soit par aspiration de l'air vicié, en ouvrant un accès à l'air frais qui vient ainsi se substituer à l'air vicié. C'est ce dernier moyen qui est adopté de préférence en Amérique ; on y a même posé en axiome que l'air doit être traité comme une corde que l'on tire, mais qu'on ne pousse pas.

Dans les wagons de chemin de fer de ce pays, c'est

1. A. J. Martin. Ventilation et chauffage des voitures. *Revue d'hygiène*, 1883.

2. *Les chemins de fer en Amérique*. Paris, 1882,

généralement par la lanterne centrale que sort l'air échauffé et vicié. A cet effet la lanterne est munie de persiennes ou clapets, pouvant s'ouvrir facilement. Pour donner une impulsion à la sortie de l'air et surtout afin de pourvoir à son remplacement, on a pensé qu'il était bon d'ouvrir d'une part la lanterne supérieure vers l'arrière du train en marche, et aussi de pratiquer des ouvertures latérales, tant dans la lanterne supérieure que dans le corps de la voiture.

On a aussi essayé d'aspirer l'air intérieur à l'aide de petites palettes de verre, de bois ou de tôle, longeant extérieurement le train et faisant ainsi dévier le courant d'air. Le plus perfectionné de ces systèmes est celui de M. Winchell. Les palettes qu'il adapte contre les fenêtres ont une lanterne égale à l'ouverture démasquée par l'enlèvement de la glace, et une largeur d'environ le quart de la largeur de celle-ci ; mobiles autour d'un axe vertical elles se trouvent reliées de chaque côté de la voiture à une tringle qui les actionne toutes en même temps, inclinant à la fois à 45°, l'une vers le dehors de chaque fenêtre, tandis que l'autre reste effacée contre l'ouverture, suivant la direction de la marche.

On comprend que, même en verre, ces palettes sont une gêne pour la vue. M. Winchell a donc imaginé de revêtir la lanterne centrale d'un réservoir d'air d'environ 10 centimètres de hauteur et de la largeur du toit de la dite lanterne : ce réservoir se termine en avant et en arrière par des évasements portant sa hauteur à 45 centimètres à peu près ; il peut être ouvert soit à l'avant soit à l'arrière, et communique

avec l'intérieur de la voiture par plusieurs orifices recouverts de toiles métalliques.

La prise d'air à l'extérieur, dans les wagons américains ne se fait ni trop bas, de crainte d'attirer les poussières de la voie, ni trop haut à cause de la fumée. M. Hudelo indiquait en 1881, à la Société de médecine publique (1), une bonne précaution à prendre à ce sujet : il disait avoir remarqué qu'en Amérique les wagons sont munis de rideaux en grosse toile qui les entourent entièrement et qui descendent du bord inférieur de la caisse jusqu'au niveau de la voie. De cette façon la poussière soulevée par le passage du train est retenue par cette sorte de tamis et ne peut arriver jusqu'à la hauteur des portières et des fenêtres : c'est une ingénieuse précaution qu'on aurait avantage à adopter chez nous.

Ces divers dispositifs ne manquent pas d'intérêt, puisqu'ils permettent de faire de longs voyages sans être incommodé par la poussière suffocante ni par la viciation de l'air dans un espace clos. Ils semblent assez simples et assez peu coûteux pour être appliqués aux voitures de toutes classes et sur tous les parcours.

1. *Revue d'hygiène*, t. 3, 1881.

IX

Les carreaux d'Appert comme moyen de ventilation.

Un des meilleurs moyens de ventilation à signaler consiste dans l'emploi des carreaux d'Appert, ou, pour mieux dire de Trélat (1). C'est en effet M. Trélat qui les a inventés, et Appert leur a donné leur application industrielle.

Un des avantages de ces carreaux, c'est que les ouvertures rondes et coniques qui y sont pratiquées, ayant leur base tournée vers l'extérieur et leur sommet vers l'intérieur, la force du courant d'air arrivant dans le local se trouve atténuée et devient presque insensible. Ces carreaux sont opaques, d'une épaisseur de 0,035 millimètres et possèdent de 3000 à 5000 ouvertures par mètre carré, suivant que ces ouvertures ont 3 ou 4 millimètres de diamètre. Trélat (2) conseille de les placer à une hauteur de 2 m. 50 au-dessus du parquet. Pour que leur efficacité soit suffisante il faut que le local soit pourvu de canaux d'aspiration. Grâce à cette disposition les veines fluides de l'air s'épanouissent dans la pièce en suivant

1. *Ueber die Appert'schen Durchlöcherten Scheiben als Säftigungsmittel, Archiv. für Hygiene*, 1896.

2. Trélat. *L'aérage et le chauffage des habitations. Revue d'hygiène et de police sanitaire*, 1886.

les générations du cône, et ne viennent pas indisposer les habitants. Il est facile d'ailleurs de régler la ventilation en doublant la vitre perforée d'un châssis plein fonctionnant à coulisses qu'on peut fermer à volonté. Les recherches faites en 1895 par le professeur Serafini avaient pour but : 1° de rechercher la quantité d'air frais arrivant dans un local pourvu de carreaux d'Appert ; 2° d'étudier les effets suivant la hauteur à laquelle ces carreaux sont placés ; 3° de faire une comparaison entre deux locaux, l'un pourvu de carreaux d'Appert, l'autre de carreaux ordinaires ; 4° d'établir la force et la direction du courant produit par les carreaux d'Appert et leur influence sur la température du local.

Les résultats de ces expériences peuvent se résumer ainsi : la quantité d'air pénétrant dans un local muni de carreaux ordinaires est de 46,24 mètres cubes à l'heure ; dans un local muni de carreaux d'Appert cette quantité est de 62,40 mètres cubes à l'heure ; d'où un excédent de 16,16 mètres cubes produit par les carreaux d'Appert. Le résultat est appréciable ; mais pour qu'un système de ventilation soit réellement efficace il doit répondre aux conditions suivantes :

1° Favoriser l'entrée de l'air frais en quantité proportionnée au nombre des personnes qui se trouvent dans le local ; 2° empêcher la pénétration de l'air vicié par des voies inconnues ; 3° ne pas changer la température du local aéré et ne pas provoquer des courants sensibles.

Les carreaux d'Appert favorisent, sans aucun doute, la pénétration de l'air frais ; pour les autres condi-

tions, il faut nous en rapporter aux expériences faites par M. Wallon au Lycée Janson de Sailly :

Aux quatre fenêtres d'une classe, on a posé des carreaux d'Appert dont la superficie totale est de 1 mètre carré 60, avec 0,0565 millimètres carrés de surface trouée. Il y avait dans la classe 28 élèves dont chacun disposait de 9,5 mètres cubes d'air, ce qui donnait un total de 266 mètres cubes. En fixant à 17 ans l'âge moyen de chaque élève, chacun d'eux dépensait $7 + (0,5, 17) = 15,5$ litres CO_2 et chacun avait besoin de 25.8 mètres cubes d'air frais à l'heure, pour que la quantité de CO_2 dans l'air ne dépassât pas 1 0/100. La relation entre cette quantité d'air frais nécessaire et la quantité d'air indispensable pour chaque élève étant de 2.61, et l'espace de la classe étant de 266 mètres cubes, la ventilation devait donner 695 mètres cubes à l'heure. Ceci sans compter le professeur. Si l'on calcule que l'air pénétrait par les ouvertures à la vitesse de 1.5 m., sa vitesse était de 0,5 m. plus grande que celle obtenue par le professeur Serafini dans les expériences où il plaçait les carreaux à 2,5 m. au-dessus du parquet, et que la surface trouée des carreaux était de 0,0565 millimètres carrés, il en résulte qu'il ne pénétrait dans la classe que les deux tiers de la somme nécessaire de 305 mètres cubes, soit 203 mètres cubes par heure. Le courant d'air produit par ces carreaux était donc de trois ou quatre fois inférieur à ce qu'il devait être, M. Wallon l'a constaté lui-même ; pour le rendre suffisant, il eût fallu abaisser à huit le nombre des élèves présents dans cette classe. L'efficacité de ces carreaux était

amoindrie, suivant l'avis de M. Wallon, par l'absence des canaux d'aspiration.

Il résulte en outre des expériences de M. Wallon et de Serafini, que la quantité du CO_2 dans une salle munie des carreaux d'Appert, était au bout de deux heures de 2 0/00 et que si l'on avait combiné ces carreaux avec les canaux d'aspiration, la quantité de CO_2 n'eût été que de 18 0/00.

Dans le cas de cette combinaison, les carreaux d'Appert auraient dû avoir une superficie deux fois et demie plus grande, afin que la ventilation fût suffisante. Ils auraient donc dû occuper les 6/8 de la superficie des fenêtres, mais comme ils sont opaques, l'accès de la lumière en aurait souffert. Ces expériences démontrent donc que les carreaux d'Appert ne sont réellement efficaces que dans les locaux déjà munis de canaux d'aspiration, et que, même combinés avec ceux-ci, ils sont insuffisants dans les locaux dont les habitants ne disposent pas à l'avance d'une certaine quantité d'air. En réalité, ils ne sont guère applicables que dans les grands appartements particuliers.

X

Les carreaux Castaing.

A côté des procédés d'aération que nous venons d'examiner, il convient de parler du système d'aération des habitations par les vitres parallèles à ouvertures contrariées, qui a déjà donné dans la pratique les meilleurs résultats. Cet appareil, imaginé en 1889 par M. le Dr Castaing, remplace avantageusement les tourniquets, cadres mobiles, vitres perforées ; en outre, il se recommande par une extrême simplicité, par son prix minime et par son excellent fonctionnement qui assure le renouvellement de l'air dans une pièce, sans que les habitants s'en aperçoivent.

Cet appareil se compose de deux vitres ordinaires, placées sur un des cadres supérieurs de la fenêtre, dans la disposition suivante : une première vitre extérieure est placée dans sa feuillure, maintenue par des pointes et du mastic comme toutes les vitres ordinaires ; mais elle présente cette particularité qu'elle est coupée trop court de quatre centimètres, de façon à ménager un vide entre son bord et la partie inférieure de la feuillure.

La seconde vitre est placée à l'intérieur et parallèlement à la première, dans la feuillure qu'on trouve toujours pratiquée dans le pourtour du cadre de tou-

tes les fenêtres. Elle est aussi coupée trop court de quatre centimètres, mais elle est placée de façon à ce que le vide parte de son bord supérieur à la partie supérieure de la feuillure. Les deux vitres doivent être séparées par un espace d'au moins un centimètre entre leurs faces.

Il importe que la vitre intérieure ne soit pas maintenue comme l'autre par des pointes et du mastic, afin qu'on puisse l'enlever facilement pour le nettoyage. En effet, les faces opposées des vitres entre lesquelles l'air circule, se couvrent, au bout d'un certain temps, de poussières, et le nettoyage deviendrait très difficile, sinon impossible avec l'immobilisation des deux vitres.

Pour éviter cet inconvénient on garnit les bords de la feuillure intérieure, sauf le bord supérieur qui doit rester libre, d'un léger boudin de caoutchouc fendu, qui par sa forme particulière a une adhérence suffisante pour y rester fixé. On peut d'ailleurs le coller. La vitre, garnie de la bordure en caoutchouc, est placée dans la feuillure et maintenue par de petits taquets excentriques fixés sur les bords du cadre au moyen de vis à tête ronde. Pour les vitres de dimension moyenne, deux taquets à chaque angle suffisent et deux autres pour maintenir le bord supérieur.

Quelles que soient la forme et la profondeur de la feuillure intérieure, il faut couper et placer la vitre de telle sorte que le boudin de caoutchouc dont elle est garnie fasse légèrement saillie sur le cadre de la fenêtre. Cette disposition est indispensable pour assurer l'étanchéité parfaite de la vitre. Lorsqu'on veut nettoyer l'appareil, il suffit de tourner les excentri-

ques latéraux en dehors du cadre, et les inférieurs en bas, pour dégager la vitre qui se replace ensuite aussi facilement. Le verre double, plus résistant que le verre simple est préférable pour ces vitres.

Ce système d'aération constitue une véritable cheminée d'appel, qui dirige verticalement vers le plafond la colonne d'air introduite dans la pièce ; c'est par cette disposition verticale de la colonne que les carreaux Castaing réalisent réellement l'aération sans courant d'air. L'appel d'air dans l'appareil est soumis aux lois physiques connues, qui déterminent la pénétration de l'air dans les chambres, à travers les fissures des portes et des fenêtres. Il est activé par ce fait que la vitre intérieure étant plus chaude que la vitre extérieure, par suite de son contact avec l'air de la pièce, l'air extérieur plus froid s'échauffe à son contact et monte entre les deux lames de verre pour s'écouler par l'espace demeuré libre dans la direction du plafond, où il se mélange avec l'air de la pièce.

Le nombre des appareils nécessaires dans un local varie suivant les dimensions de la pièce à aérer et suivant le nombre de ses habitants. La pratique a démontré qu'il faut un appareil par réunion de six personnes. Dans les pièces ayant beaucoup de fenêtres un seul appareil suffit à chacune, mais il importe qu'il soit toujours placé à l'un des cadres supérieurs. Enfin de l'orientation des bâtiments, de l'attitude du terrain, de la force des vents régnants dans les lieux habités, on peut augmenter ou réduire la largeur de l'ouverture des vitres ; mais presque toujours quatre centimètres d'ouverture sont suffisants.

Une plus longue démonstration de l'utilité prati-

que de cet appareil serait superflue. Quelle que soit du reste la théorie adoptée pour leur fonctionnement, les carreaux Castaing ont fait leurs preuves depuis quelques années, à la satisfaction générale. Adoptés par les administrations particulières et les administrations de l'Etat, on les retrouve dans la plupart des casernes, des hôpitaux, des lycées, des collèges, etc., partout où des agglomérations d'individus exigent un renouvellement constant, méthodique et insensible de l'air respirable. En outre, ils tendent aujourd'hui à se généraliser dans les appartements privés où l'on a introduit les prescriptions de l'hygiène.

X

La stérilisation de l'air et les brûleurs antiseptiques Guasco.

L'incessante formation des poussières dans l'air et la présence des micro organismes démontrent que si l'aération constitue le principal moyen, le moyen naturel d'empêcher la viciation de l'air, elle doit être secondée par d'autres moyens qui la complètent, tels que la stérilisation de l'air, à l'aide de désinfectants possédant une puissance microbicide reconnue. Ces désinfections sont de toute première nécessité dans les locaux habités par un grand nombre de personnes, comme les casernes, collèges, etc., et surtout dans les hôpitaux et dans les chambres des malades où les germes nocifs constituent un danger permanent.

Parmi tous les antiseptiques employés jusqu'ici à la stérilisation de l'air, aucun n'a donné des résultats aussi décisifs, aussi surprenants, que l'aldéhyde formique, dont Laew avait reconnu la puissance en 1880. Son pouvoir bactéricide radical est analogue à celui du chlore, du brome, ou de l'iode : pas une bactérie des poussières, ni une spore du bacille du charbon ne peuvent échapper à son action éminemment antiseptique. L'aldéhyde formique ne peut être comparée aux hydrocarbures : pétrole, benzine, xylène, nitrobenzines, acide phénique, créoline, naphthaline,

acide thymique, etc., qui n'ont jamais été considérés comme de bons désinfectants et qui présentent en outre de nombreux inconvénients. En effet, en général, l'action des acides est incomplète et destructive des objets : souvent même elle constitue pour les personnes un toxique dangereux. Au contraire un homme peut séjourner sans inconvénient dans une pièce où la quantité d'aldéhyde formique est inférieure à un décigramme par mètre cube. Cette dose, 40 fois plus faible que celle qu'un animal peut supporter pendant huit heures consécutives, montre bien l'innocuité de l'aldéhyde formique, dans le cas tout à fait exceptionnel où il serait accidentellement respiré pendant la désinfection.

M. P. Miquel, qui a fait de nombreuses expériences sur l'action désinfectante des vapeurs, des aldéhydes, en est arrivé à cette opinion que « l'aldéhyde formique est destinée à supplanter tous les antiseptiques, dès qu'on aura trouvé le moyen de l'utiliser aisément dans la pratique de la désinfection » (1). Ses expériences ont surtout porté sur la résistance des spores de la bactérie charbonneuse aux vapeurs d'aldéhydes de plus en plus diluées.

« Quand on songe, écrit le Dr Miquel, que 100 grammes d'acide sulfureux par mètre cube d'air se montrent incapables de toucher aux spores du charbon, on ne peut refuser à l'aldéhyde formique un pouvoir bactéricide extraordinairement actif, quand on la voit sous un poids 300 fois moindre (0 gr. 320 par mètre

1. *Annales de micrographie*. Tome VI, page 353 et suivantes. Juillet 1894 et divers.

cube) anéantir sûrement les spores de la bactérie charbonneuse. En diminuant le poids de ce corps on observe que son action est lente, continue, et peut arriver à se compléter avec le temps, à des doses infinitésimales inusitées.

«... Poursuivant l'étude de ce corps, j'ai remarqué que, outre leur pouvoir microbicide si remarquable, les vapeurs d'aldéhyde formique possèdent la propriété précieuse d'être très pénétrantes, c'est-à-dire d'aller détruire les microbes dans la profondeur des sédiments accumulés sur une grande épaisseur. Ces faits démontrent surabondamment que l'aldéhyde formique constitue un produit désinfectant excellent, réunissant à peu près toutes les qualités désirables. Il est relativement prompt dans son action ; il pénètre profondément au sein des poussières ; il n'a pas le désagrément d'altérer les métaux et bien d'autres objets. »

Les mêmes conclusions sont données par Brochet qui déclare qu'à son avis l'aldéhyde formique « résout de la plus heureuse façon le problème de l'hygiène. » (1)

Le moyen d'utiliser aisément l'aldéhyde formique, dont parle le Dr Miquel, est aujourd'hui trouvé. Son invention consiste dans les brûleurs antiseptiques « Guasco » connus seulement par la communication faite à leur sujet à l'Académie de Médecine par M. le Dr Cornil, mais d'ores et déjà, on peut affirmer que cette invention est appelée à produire une révolution dans le domaine de la science, et qu'elle réalise pour l'antisepsie le dernier mot du progrès.

1. *Revue de physique et de chimie*, 1867, p. 113 et 114.

Dans cette communication, M. le Dr Cornil, après avoir montré le brûleur antiseptique Guasco et décrit son fonctionnement ainsi que les résultats obtenus dans les expériences auxquelles il a donné lieu, en a fait remarquer l'utilité comme désodorisant et désinfectant. L'éminent praticien estime que cet appareil s'impose dans les hôpitaux et en général dans tous les lieux contaminés, et lui-même l'a adopté pour ses services de l'Hôtel-Dieu, où il n'a eu qu'à s'en féliciter.

L'usage des vapeurs d'aldéhyde formique, malgré les qualités reconnues à ce désinfectant par excellence, n'est pas aussi répandu qu'il devrait l'être ; la raison est que la découverte de l'aldéhyde, ou du moins de ses propriétés est relativement récente, puisqu'elle date de quelques années à peine, et que jusqu'ici on avait rencontré de nombreuses difficultés à la produire et à l'utiliser dans la désinfection.

Or, grâce au brûleur Guasco, on pourra dorénavant le produire à son gré, dans la proportion qu'on jugera convenable, par la simple combustion de l'esprit de bois, ou alcool méthylique. Ajoutons que le prix extrêmement minime de cet alcool fait de l'aldéhyde formique le meilleur marché des désinfectants, en même temps qu'il est le plus efficace.

Les avantages du brûleur Guasco ont été officiellement constatés par M. Hébert, préparateur à la Faculté de Médecine, par M. le Dr Labriche, au nom de la Société de Thérapeutique, par M. le Pr Cornil, qui, comme nous le disons plus haut, l'a adopté dans ses services de l'Hôtel-Dieu, par M. le Dr Lépine, médecin de l'Hôtel-Dieu de Lyon, ainsi que par le Conseil

supérieur de santé de la Marine, par la commission des inventions de la Guerre et par nombre d'autres administrations ou associations scientifiques.

Dans son rapport très détaillé, M. Hébert enregistre les constatations suivantes :

Un petit brûleur Guasco consomme de 10 à 12 grammes d'esprit de bois par heure et produit :

En aldéhyde formique de 5.86 à 6 o/o de l'alcool consommé.

En acide formique de 0.010 à 0.012 o/o de l'alcool consommé.

Le grand brûleur qui consomme, suivant la hauteur du disque employé et la hauteur de la mèche réglable, de 50 à 96 grammes d'esprit de bois à l'heure produit :

Aldéhyde formique de	}	de l'alcool consommé
5 à 5.95 o/o		
Acide formique de		
0.045 à 0.12 o/o		

Comme conséquence de ces chiffres on peut dire qu'en moyenne le petit brûleur produit à l'heure 0 gr. 6 d'aldéhyde formique et le grand brûleur 5 grammes du même. L'importance seule de ces chiffres dit les grands services que l'hygiène est appelée à tirer de cette invention.

Le rapport de M. Hébert continue :

« Ayant déterminé la consommation horaire et le rendement en aldéhyde formique du brûleur antiseptique, il importait de savoir si, introduit dans un espace clos, ce brûleur pourrait consommer assez d'alcool pour produire la quantité d'aldéhyde requise pour détruire les germes microbiens.

« Cette quantité, d'après les études des savants autorisés, doit s'élever à 4 grammes par mètre cube, encore que plusieurs estiment 2 et même 1 gramme suffisants pour détruire tout germe, — les gaz actifs agissant pendant 6 à 8 heures dans une enceinte aussi hermétiquement close que possible. Ce chiffre de 4 grammes, qui paraît tout d'abord excessif, est nécessité par les pertes inévitables dues à la diffusion puissante à l'extérieur.

« Pour nous assurer que cette proportion était réellement produite, nous avons fait l'expérience suivante :

« Dans une boîte en bois parallélipédique de $0.64 \times 0.28 \times 0.54$ = 100 litres environ et munie d'une ouverture destinée à introduire le brûleur, nous avons disposé une lampe grand modèle, après l'avoir pesée. Les joints de la boîte étaient recouverts de papier épais collé sur le bois et l'ouverture bouchée par un papier, également collé sur le bois, et muni d'un regard en mica qui permettait de vérifier le fonctionnement du brûleur. La cavité était ainsi hermétiquement close. La lampe antiseptique a fonctionné pendant trois quarts d'heure : au bout de ce temps, quoique non éteinte, elle fut retirée et pesée à nouveau.

« La consommation d'alcool indiquée par la différence de pesée était de 40 grammes. En admettant le rendement minimum de cinq parties d'aldéhyde formique pour 100 d'alcool consommé, on trouverait pour la quantité de vapeurs antiseptiques produites dans la cavité :

$$\frac{5 \times 40}{100} = 2 \text{ grammes}$$

« On obtient donc 2 grammes d'aldéhyde formique produite dans un volume de 100 litres, soit par mètre cube 20 grammes.

« La proportion nécessaire pour obtenir la désinfection totale étant de 4 grammes par mètre cube, on voit que l'appareil en produit une quantité cinq fois plus grande ».

Par cette expérience, ainsi que par les nombreuses attestations que nous avons indiquées, on voit que l'aldéhyde formique est le désinfectant le plus efficace et le plus facile à obtenir au moyen du brûleur antiseptique Guasco, dont l'emploi s'impose dorénavant.

Nous l'avons déjà dit, la ventilation naturelle est celle qui se produit spontanément, grâce à l'ouverture d'orifices convenablement placés et servant les uns pour l'introduction, les autres pour l'évacuation.

En été, les fenêtres suffisent amplement, en hiver, le souci de renouveler l'air, cède devant celui de se soustraire au froid. La ventilation, alors, ne se trouve plus assurée que par les joints des portes et fenêtres, qui ne sont jamais étanches, mais qui ont l'inconvénient de créer des courants d'air désagréables et dangereux.

La ventilation est nécessaire dans les locaux occupés par un certain nombre de personnes. Le plus souvent, on ne s'aperçoit pas de la viciation de l'air ; mais si on se place aux endroits d'évacuation de l'air vicié, les effets produits par cette altération prennent une intensité telle qu'on se trouve incommodé. Dans les salles de séances, où sont réunis un grand nombre de personnes, l'air au plafond devient insupportable et capable de produire des accidents d'asphyxie.

Dumas dit qu'on avait essayé pour les salles d'écoles une disposition particulière de ventilation. L'air frais entraînait largement par une des extrémités de la salle, et la sortie se faisait par un orifice placé au-dessus et à peu de distance de la maîtresse d'école. On s'aperçut bientôt que la maîtresse avait des accidents nerveux et tombait dans un état d'anémie grave. Ce qui démontre qu'il y a un grand danger de séjourner longtemps dans une enceinte hermétiquement close. Béclard cite des faits concluants : en 1750, aux assises d'Old-Baily, en Angleterre, qui se tenaient dans une salle ayant la forme d'un carré de 300 pieds de côté, les juges et les assistants périrent asphyxiés, ceux qui survécurent étaient près d'une fenêtre ouverte, mais il se produisit chez eux des fièvres graves. Les substances organiques, ajoute Béclard, concourent à déterminer ces accidents, ce qui n'a pas lieu chez les personnes asphyxiées par l'acide carbonique, produit de la combustion du charbon. Les miasmes que dégage l'homme sont donc les principales causes de l'asphyxie. Les adultes sont moins exposés que les adolescents, et les adolescents moins que les enfants. Mais s'il est nécessaire d'avoir une ventilation naturelle qui soit en même temps saine, il faut aussi éviter les courants d'air. Nous avons déjà parlé du système de M. Emile Trélat.

M. Stern présente un autre système de ventilation. Il garnit les orifices d'évacuation et d'admission, ménagés dans les vitres ou dans les murs, de soupapes spéciales formées d'une série de valves de mica, s'ouvrant de l'intérieur à l'extérieur pour les orifices d'évacuation (expirateurs) et de l'extérieur à l'inté-

rieur pour les orifices d'admission (aspirateurs). L'appareil est complété par un disque également de mica qui assure automatiquement la diffusion de l'air introduit, et empêche la production de courants d'air. La ventilation naturelle a assurément l'avantage de coûter peu cher et de conduire aux locaux habités par un petit nombre de personnes. Mais le jeu des appareils subordonnés aux conditions atmosphériques est forcément irrégulier ; de l'autre côté, cette ventilation est insuffisante pour les locaux plus vastes dont les causes de la viciation de l'air sont plus nombreuses. Il faut donc recourir à la ventilation artificielle. Celle-ci peut être obtenue : soit par des moyens physiques, soit par des dispositions mécaniques. M. Bessières, de Paris, a exposé l'appareil qui utilise d'une façon fort ingénieuse la pression de l'eau distribuée dans les villes.

Son ventilateur se compose d'un cylindre, à la partie supérieure duquel se trouve un pulvérisateur relié à la distribution d'eau qui attire l'air par la partie supérieure et le refoule dans un deuxième cylindre concentrique au premier, d'où il s'échappe par deux bases. Le jet du pulvérisateur produit une dépression suffisante pour provoquer un appel d'air puissant, susceptible d'être utilisé, soit pour rejeter au dehors de l'air vicié, soit au contraire, pour introduire de l'air pur. Il suffit, dans le premier cas, de placer la prise d'air dans la région supérieure du local à ventiler, et de rejeter l'air vicié au dehors ; dans le second cas, de puiser au contraire l'air au dehors et de le diriger dans le local. Un cône récepteur placé à la partie inférieure de l'appareil recueille

l'eau qui s'échappe sans entraîner aucune portion d'air par un obturateur hydraulique.

L'usage de l'appareil procure cet avantage que l'air, au contact de l'eau pulvérisée, se dépouille des poussières en suspension et arrive pur et frais dans la pièce.

La consommation d'eau varie avec les dimensions de l'appareil; pour un ventilateur capable de fournir 530 mètres cubes à l'heure, l'inventeur indique une dépense de 150 litres à l'heure. Une consommation de 300 litres d'eau permet de refouler 1.530 mètres cubes d'air.

XI

CONCLUSION

De l'étude à laquelle nous venons de nous livrer, il résulte que les atmosphères encloses dans les habitations devant être renouvelées à mesure qu'elles sont corrompues par la respiration des habitants, par le dégagement de l'acide carbonique, par le déplacement des poussières et des micro-organismes, l'aération et la désinfection des locaux deviennent obligées.

L'aération devra s'opérer par deux sortes de moyens : les voies naturelles et les voies artificielles.

Dans les voies naturelles il convient de faire entrer en première ligne la porosité des matériaux dont les bâtiments sont construits et les ouvertures de baies, destinées aussi à laisser passer la lumière, telles que les portes et les fenêtres. L'aération obtenue par ce moyen doit aussi être soutenue par les lavages des parquets, qui enlèvent plus de germes et de poussières que la ventilation par courants d'air.

La dépense moyenne du volume d'air d'un adulte, par inspiration et par expiration étant d'environ 400 litres par heure, et le courant dans lequel nous vivons étant un courant ascensionnel par suite de l'émission constante de calorique, il convient de doubler ce chiffre de 400 litres et de le porter à 800, soit de 6 à 7 mètres cubes à l'heure.

Or, les voies naturelles de ventilation ne pouvant pas fournir ce volume d'air renouvelé, ou ne pouvant pas le fournir dans des conditions absolues de régularité, il convient de les doubler par des voies artificielles, qui activeront le renouvellement de l'atmosphère sans occasionner des courants dangereux et sans apporter de gêne aux habitants.

Ces voies artificielles consistent dans les appareils que nous venons d'examiner.

D'abord les orifices d'attraction et d'extraction de l'air ; les premiers doivent être placés à la partie supérieure des appartements, tandis que les orifices d'extraction de l'air vicié devront être placés de préférence près du plancher.

Les tuyaux à mitre qui empêchent le refoulement de l'air extérieur et les appareils à capes tournantes ; ceux-ci pourtant ne donnent, d'après les expériences rapportées plus haut, qu'une ventilation insuffisante quoique régulière

Les ventilateurs hydrauliques basés sur le principe de la trompe à eau ou sur celui de la turbine. Les premiers, appelés ventilateurs en U, donnent de bons résultats dans les villes où l'on a l'eau par canalisation. L'installation effectuée à Berlin par Reitschel et Hanneberg peut servir de modèle comparatif pour l'emploi de ces appareils.

Dans les wagons de chemin de fer, le dernier mot de la ventilation pratique appartient aux Américains, grâce à la lanterne centrale permettant l'entrée et la sortie régulière de l'air. Ce système complété par les rideaux de grosse toile destinés à absorber les poussières de la voie, a donné des résultats réellement

appréciables et mériterait d'être examiné chez nous, en vue de son application pratique.

Enfin, nous avons les carreaux d'Appert et les carreaux Castaing. Les premiers n'ont pas donné jusqu'ici des résultats complets, mais peut-être que de nouvelles expériences en permettront une application plus complète. Quant aux seconds, leur extrême simplicité, les conditions dans lesquelles ils opèrent la prise d'air en faisant remonter la colonne vers le plafond les recommandent, non seulement pour l'aération insensible et rationnelle des grands locaux, mais encore pour celle des appartements.

Il résulte donc de ce qui précède que la ventilation naturelle doit être complétée par la ventilation artificielle, à condition que les deux s'effectuent séparément et par conséquent sans se contrarier ; quant aux moyens d'opérer l'aération artificielle, le choix des appareils que nous venons d'indiquer devra être dicté par le degré d'insuffisance de ventilation naturelle que présentera chaque local.

A ces différents systèmes d'aération, il est indispensable d'ajouter la stérilisation de l'air par l'aldéhyde formique, à l'aide du brûleur Guasco. Cette stérilisation s'impose non seulement dans les bâtiments habités par un grand nombre de personnes, mais même dans les appartements et les chambres où les voies naturelles et artificielles de ventilation ne peuvent assurer le renouvellement complet de la somme d'air respirable qui est nécessaire. Mais c'est surtout dans les salles d'hôpitaux ou les chambres des malades que l'action du brûleur Guasco est obligée, puisque seul, de tous les appareils de désinfection, il peut lutter rapidement

et à un prix extrêmement minime contre la production des micro-organismes.

Des faits que nous venons de signaler ; on pourra établir, suivant les conditions particulières de chaque local et de la manière dont il est habité, une ensemble de mesures d'hygiène qui assureront la salubrité de l'air respirable, et par conséquent la santé des habitants, d'une façon complète et satisfaisante à tous les points de vue.

Vu : le Président de la thèse,
BROUARDEL

Vu : le Doyen,
DEBOVE

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
LIARD